

复杂断块油田勘探开发中 新技术的应用

车卓吾 主编

石油工业出版社

登录号	126484
分类号	TE346-39
种次号	001

复杂断块油田勘探 开发中新技术的应用

车卓吾 主编



石油0121671

石油工业出版社

(京)新登字 082 号

内 容 提 要

通过对渤海湾盆地复杂断块油田勘探开发历史的回顾,总结了多年来对复杂断块油田地质特点和地质研究工作的方法。针对断块油田勘探开发实践各阶段的特点,进行了勘探、开发阶段的划分,提出各阶段应采用的新技术、新方法。通过实例介绍新技术、新方法的应用成效。通过对四种类型断块油田勘探开发实例的分析,总结经验教训,最后提出复杂断块油田的勘探开发程序和各阶段的基本做法。

本书通过实例总结分析突出新技术新方法应用成果,内容通俗易懂,可供从事石油勘探开发的技术人员参考,也是各石油院校师生了解渤海湾地区滚动勘探开发实践的好材料。

复杂断块油田勘探开发中 新技术的应用

车卓吾 主编

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京燕山印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 $23\frac{3}{4}$ 印张 597 千字 印 1—1200

1994 年 1 月北京第 1 版 1994 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-1058-5/TE·983

定价: 14.95 元

《复杂断块油田勘探开发中新技术的应用》

编委会人员名单

主 编 车卓吾

编 委 齐兴宇 廖洋贤 李幼琼 汤克亮

参加编写人员 (按姓氏笔划排列)

云大铭	汤克亮	朱佳彬	李根明	李海江
刘庆湘	刘改山	刘秉璋	张元光	张书法
杨全盛	陈道元	陈起孔	范青玉	易明新
郑斯耕	黄俊明	程世才	温铁华	

前 言

这是本总结中原油田 80 年代勘探开发工作中部分新技术应用成果的集子。中原油田是自 70 年代中期发现, 80 年代大规模开发建设起来的油田。由于油田地质结构和工艺技术条件十分复杂, 开发初期原石油部就决定中原油田配套引进一大批国外勘探开发先进技术和装备, 并由原石油部报请国务院批准, 组织了有中国科学院有关所、有关大学, 和石油系统有关单位参加为期三年的科学技术攻关和生产建设会战。科学技术的巨大进步, 大大促进了油田的生产建设, 短短几年, 就建成了一个新兴的能源和石油化工基地。“科学技术是第一生产力”的论断, 在这里得到很好的证明。十多年来勘探开发实践取得的成果是十分丰富的, 这里只能反映其中的一小部分。随着油田勘探开发的进展, 新的矛盾和困难在不断出现, 并且 90 年代的油田各方面技术又有了长足的进展, 取得了大量新的成果, 所有这些只有待以后再去总结。

本书由车卓吾、齐兴宇、李幼琼、廖洋贤分别编写。张阳同志负责图件编排, 胡文兰同志负责图件清绘, 中原油田编辑组的同志给予认真的指导。

集子编辑过程中, 中原油田、地质研究院、采油研究院、钻井研究院、情报所都给予了很大支持, 在此谨致谢意。由于编者水平所限, 文中不足之处在所难免, 请读者指正。

车卓吾
1993 年 3 月

目 录

第一篇 历史的回顾——复杂断块油田勘探开发的历史及现状	(1)
第一章 复杂断块油田勘探开发里程	(1)
第一节 华北地区发现断块油田阶段	(1)
第二节 复杂断块油田勘探开发的探索阶段	(7)
第三节 复杂断块油田滚动勘探开发成熟发展阶段 (80 年代中至今)	(17)
第二章 复杂断块油田滚动勘探开发的理论依据	(27)
第一节 断块油田及其在油气勘探开发中的意义	(27)
第二节 断块油田形成及特点	(28)
第三节 断块油田的分类	(38)
第四节 断块油田地质研究	(40)
第三章 复杂断块油田勘探开发新技术进展	(59)
第一节 地震勘探几项新技术	(59)
第二节 地球物理测井技术进展	(63)
第三节 试油、测试新技术	(68)
第四节 定向斜井、丛式井在断块油田勘探开发中的应用	(69)
第五节 油田开发中新技术的应用	(71)
第二篇 复杂断块油田勘探开发的基本做法	(74)
第一章 复杂断块油田勘探开发实例	(74)
第一节 简单背斜型断块油田——濮城油田勘探开发	(74)
第二节 复杂背斜型小断块油田勘探开发	(82)
第三节 单斜型断块油田——西斜坡的滚动勘探开发	(96)
第四节 半背斜型复杂断块油田——马厂油田滚动勘探开发	(103)
第五节 结论	(106)
第二章 复杂断块油田滚动勘探开发的基本做法	(110)
第一节 油田勘探开发程序	(110)
第二节 复杂断块油田滚动勘探开发的基本做法	(112)
第三节 滚动勘探开发的战略战术要点	(114)
第三章 滚动勘探开发中的问题讨论	(117)
第一节 关于开展三维地震的时间	(117)
第二节 复杂断块油田的注水开发	(118)
第三节 复杂断块油田的稳产接替	(129)
第三篇 复杂断块油田勘探开发中新技术的应用	(144)
第一章 三维地震技术及应用	(144)
第一节 概况	(144)
第二节 三维地震技术简介	(144)

第三节	三维地震资料的特点	(149)
第四节	三维地震资料解释	(153)
第五节	三维地震解释技术应用效果	(165)
第六节	展望	(177)
第二章	“RFT”测井技术在中原油田开发中的应用	(178)
第一节	“RFT”在中原油田应用的概况	(178)
第二节	“RFT”在文明寨油田开发调整中的应用	(179)
第三节	“RFT”在文 23 气田开发方案研究中的应用	(191)
第四节	“RFT”资料在中原油田滚动勘探开发早期评价和初步开发中的应用	(195)
第五节	取样	(199)
第六节	结果讨论	(200)
第三章	倾角测井在滚动勘探开发中的应用	(201)
第一节	倾角测井地质解释的基本原理	(201)
第二节	应用效果	(211)
第四章	钻井部分	(226)
第一节	复合盐层的综合特性及钻井工艺	(226)
第二节	定向井悬链线剖面新技术	(238)
第三节	钻复杂深井的泥浆技术	(254)
第四节	文东盐间高压油气层固井技术	(266)
第五节	防气窜水泥	(271)
第六节	SNC 低密度水泥浆在固井中的应用	(278)
第七节	高强低密度水泥浆	(282)
第五章	高压注水部分	(290)
第一节	概述	(290)
第二节	问题的提出	(291)
第三节	高压注水基础机理研究	(300)
第四节	高压注水条件下套管使用寿命研究	(308)
第五节	高压注水工艺	(312)
第六节	结论及进一步研究的方向	(326)
第六章	注气吞吐采油技术	(328)
第一节	概述	(328)
第二节	注天然气吞吐采油工艺的实验研究	(331)
第三节	注气吞吐数值模拟研究	(348)
第四节	文 30 井天然气吞吐实验研究	(353)
第五节	结论和建议	(372)
参考文献		(373)

第一篇 历史的回顾——复杂断块油田 勘探开发的历史及现状

绪 言

中国石油工业由年产原油 $12 \times 10^4 \text{t}$ 发展到今天年产油 $1.38 \times 10^8 \text{t}$ (1988), 由依赖进口到自给有余, 成为世界上主要产油国家之一, 经历了一部自力更生、艰苦奋斗的艰难创业史。中国的石油工业从解放后至今可划分为三个发展阶段。

一、1949~1959 年为初步发展阶段

恢复发展老油田, 在新疆克拉玛依、青海冷湖、四川川东、川南等地区共发现 31 个油田, 12 个气田, 1959 年产油 $373.3 \times 10^4 \text{t}$, 自给率 40.6%。松辽盆地松基 3 井喜获工业油流。

二、1960~1965 年为石油工业历史性转变阶段

大庆石油会战, 用三年多时间探明了一个世界性大油田, 建成了年产 $600 \times 10^4 \text{t}$ 原油生产能力的油田, 我国石油基本自给。1965 年全国产油 $1131.5 \times 10^4 \text{t}$, 其中天然石油 $1075.9 \times 10^4 \text{t}$ 。

三、1966~1988 原油产量达 $1 \times 10^8 \text{t}$, 进入新的发展时期

华北石油会战, 在山东济阳坳陷, 发现胜一坳大油田及一批中小油田; 在黄骅坳陷拿下大港油田和一些中小油田。经历“文革”动乱后, 大庆油田全面投入开发, 华北、胜利、辽河、中原、河南、江苏、江汉各油田都不断发展。1978 年全国原油年产量上 $1 \times 10^8 \text{t}$, 大庆占 48.4%, 渤海湾占 43%, 西部及其它占 8.6%。1988 年全国原油年产 $1.386 \times 10^8 \text{t}$, 大庆占 40.4%, 渤海湾占 49.03%, 西部及其它占 8.4%。

断块油田出现于第二阶段末, 发展兴盛于第三阶段。现将断块油田勘探发展史叙述于后。

第一章 复杂断块油田勘探开发里程

第一节 华北地区发现断块油田阶段

一、华北区域石油地质普查

(一) 应用重、磁、电进行野外地质普查, 查明区域构造单元

1955~1961 年由地质部、石油部有关队伍, 进行了地质填图。重力、磁力勘探详查及

电测深测量等工作，完成了全区的 1:100 万航磁和 1:200 万重力、磁力测量，部分地区完成了 1:10 万，1:20 万重力、磁力详查等工作。查明了华北盆地隆起、坳陷等一级构造单元。

(二) 基准井钻探，明确找油方向

华北石油钻探始于 1956 年 10 月 (华 1)，到 1961 年 (华 8 井) 4 月 16 日出油，经历了五个年头，勘探则经历不断实践，不断认识的曲折过程。实现了勘探大隆起 (I)——坳陷中隆起 (II)——凹陷中局部隆起 (III) 的三次战略转移 (图 1-1-1)。于 1960 年在山东惠民沙河街构造上钻探的华 7 井发现了下第三系沙河街组生油层，从而明确了华北下第三系为找油的战略方向。经综合评价，勘探向东部转移，部署了华 8 井，钻探隆起幅度最大的东营构造。

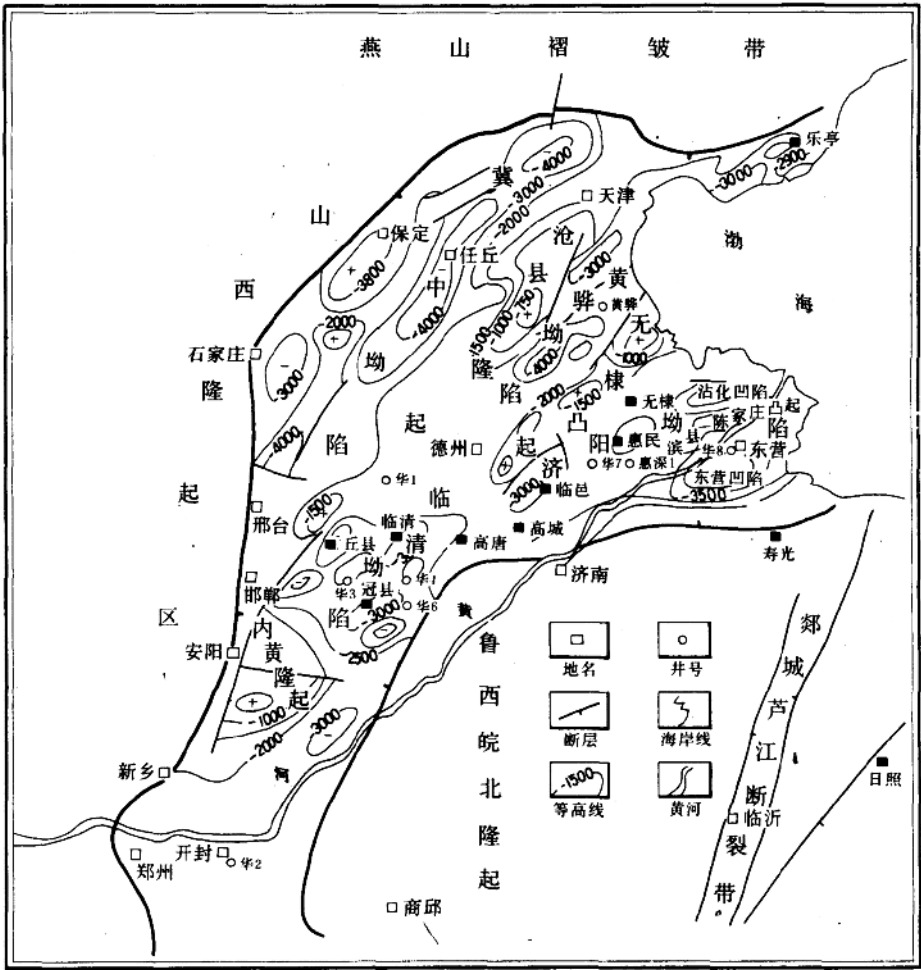


图 1-1-1 华北已查明区域的构造单元

二、钻探济阳坳陷，发现断块油田

1961年4月，在东营构造上的华8井，首先喷出了工业油流（日产油8.1t）突破了华北地区出油关。接着于1961年5月~1962年9月部署以东营为重点，兼探辛镇，打联接的五口探井（图1-1-2）。结果有3口井（营1，2，辛1）在下第三系沙河街组解释有油气层，并在营2井沙三段获555t/d的高产油田（诞生了923厂）。营1、辛1井在沙二段发现油层，因追踪沙三段的高产未予重视（1962年10月~1964年10月），在追踪沙三过程中，发现多数井中有油层，但仅营4、6二口井获高产，含油气情况十分复杂，一时难以认识清楚，故把油气分布形容为“五忽”，即忽上忽下，忽厚忽薄，忽高忽低（产量），忽油忽水，忽稠忽稀。认为是透镜状岩性油藏。1964年5月在坨庄构造的老营11井（坨1井），沙二段油层经测试日产油高达396t，而后再试胜利村的老营5（坨7），也获高产，从而认识到了沙二段油藏原油性质好，产量高，是勘探的主要对象，构造、断层控制油气聚集，从此进入断块油田的勘探阶段。

三、勘探断块油田，不断有新发现

（一）勘探目的层的确立

从前述不难看出，东营凹陷勘探主要目的层的确立经过了一个认识的反复：从发现沙二段油层，因电测解释试油不理想而被忽略，当沙三段发现高产后，集中到追踪沙三段高压油层。当认识到其为复杂透镜体岩性油藏之后，钻探坨庄、胜利村发现沙二段，不但高产，而且分布面积大。回过头来研究已见油的东辛构造，老井营1井试出工业油流，新井也有一批工业油流井，从此确定了在构造背景上，沙二段油气受断层断块控制，是下步勘探的主要对象。

（二）首战坨庄、胜利村，拿下沙二段高产断块大油田

坨庄——胜利村高产油井的出现，揭开了断块油田勘探会战的序幕。在“区域展开、重点突破、各个歼灭”的勘探方针指导下，坨庄—胜利村成为集中兵力、重点歼灭的主战场。首先集中四台钻机，围歼坨庄，三个月打完十字剖面4口井，一举控制15km²含油面积。接着详探胜利村，集中12台钻机，部署三条剖面24口井，用不到半年时间控制40km²含油面积，坨11、坨9，出现日产千吨以上的高产油流。至此，取得了断块油田会战首战的胜利（图1-1-3）。

（三）区域展开，寻找简单大油田

拿下胜一坨油田后，经过地质技术论证，为了发现更多的“胜坨式”油田，用18台钻机，16个地震队，在东起通滨镇、王家岗，西至惠民凹陷的商河的8000km²地区展开了一场区域勘探战。钻探一轮井，未发现“胜坨式”的油田，仅发现2个中小油田，即纯化镇、郝家两油田。惠民凹陷探井全部落空。后集中力量在东营凹陷又相继勘探了七个二级构造带，发现六套含油气层系（馆陶、东营、沙一、二、三、四段），共拿下五个油田（胜坨、永安镇、东辛、郝家、滨南），展现了断块油田勘探年年勘探不断有新发现的美好前景（图1-1-3）。

四、断块油田的初期开发

胜坨油田是在钻探28口探井控制每个大断块的含油面积后，作开发准备的。主要断层、主要含油层系、油藏类型、油气分布基本明确，但是受“五一”型地震资料精度限制，较大断层位置不准确，只能画个断裂复杂带，象胜三区北部的断块边界不清楚，都需要不断研究认识。

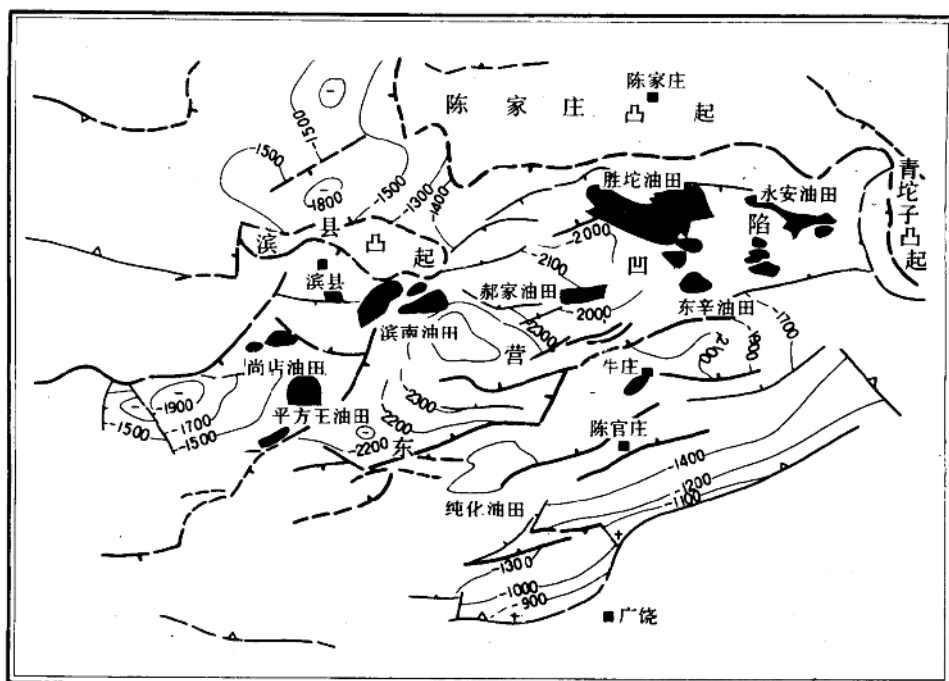


图 1-1-3 东营断块油田的勘探发展

因此，在断块油田的初期开发中的一些做法不同于完整的大油田。

坨庄—胜利村油田投入开发是从开发整装大油田向开发断块油田迈出的第一步。

在 60 年代中期，坨庄—胜利村油田投入开发，从井网部署、层系划分、注采方式到开发指标，都是沿用常规大油田的办法，一次定型，主要表现在：

(1) 开发方案一次完成

坨庄—胜利村油田是背斜构造背景控制下的含油面积较大的断块油田，它由坨庄和胜利村两个构造所组成。三组断裂将二个构造切割成七个断块区共十多个断块（图 1-1-4）。1965 年底进行开发设计，划分为胜一、二、三区，开发方案设计是从胜一区（坨庄构造）开始的。坨庄构造其西翼和北翼断层发育被东西走向的坨庄断层切割成南北两半。北块被多条断块切割，逐级向北下掉，构造破碎、含油状况差，而南块呈半背斜形式从北向南倾没。1965 年 6 月在只有 5 口预探井的情况下，开始编制开发方案。方案按半背斜的构造油藏设计，采用一套层系开发沙二段油层，一套井距 $500 \times 500\text{m}$ 的均匀三角形井网，采取腰部切割注水方式，同年开始全面实施，第二年 6 月份开始投入注水开发。

胜三区的构造被断层复杂化，断层多，断块小，方案设计是根据少数详探并取得资料划分的断块部署的，按坨 7、坨 11、坨 28 等三个断块区分别布井；胜二区则按一个完整的断块部署的。

在胜坨油田投入开发的初期，井网、层系开发方式的设计论证和部署及其实施步骤，基本思想和做法都是采用完整大油田的做法，方案编制一次完成。

(2) 均匀井网，成排成行

1965~1966 年编制的胜坨油田的开发方案设计，根据大庆油田的开发经验在井网部署上比较强调规则性和均匀性。在胜坨油田一区采用了均匀三角形环状布井法。

胜坨油田二区，是胜利村构造上比较完整的一个断块，位于胜利村构造的西南翼，北部为坨庄断层向东延伸部分所切，东部以坨 11 断层为界，内部断层少，发育着沙二段油层。沙二段油层共划分成 13 个含油砂层组，沿着构造顶部断层的油层多，厚度大，产能高；构造边部油层少，厚度薄，生产能力低。

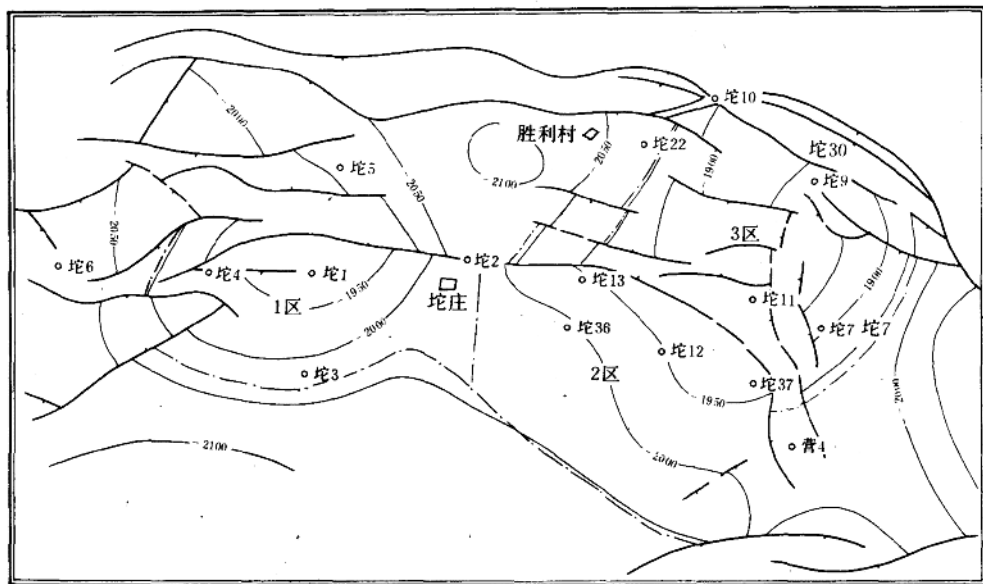


图 1-1-4 胜坨油田断块分区

1965 年底在编制开发方案时，由于构造简单，该断块的开发方案井网部署，采用了切割开发区的形式，部署行列井网，将沙二段油层 13 个含油砂层组划分成沙二¹⁻⁶及沙二⁷⁻¹³两套开发层系。第一套层系沙二¹⁻⁶砂层组含油面积大，呈层状分布，用行列井网排状注水，即两排注水井之间夹一排生产井的注采井网。行列注水井排距 300m，分一注、二注井，强调拉水线；第二套层系沙二⁷⁻¹³砂层组，因含油面积小，砂体多呈透镜状分布，主要发育在构造顶部，采用均匀四点法面积注水的注采井网。

胜坨油田三区则按油、水关系比较接近的坨 7、坨 11 和坨 28 等三个断块区，分别部署三角形的均匀注采井网。

(3) 规则方式注水

规则的井网形式，对应着均匀的、规则的注水方式，这是胜坨油田注采井网部署的主要特点（见图 1-1-5）。在胜坨一区坨庄构造南翼腰部，部署一排注水井，环状注水将注水井与生产井均匀地构成规则的三角形井网，而在胜二区，因构造比较完整，注采方式采用行列切割的方式，两注水井排间夹一排生产井，注水井排切割在构造腰部，注水井排的井距为

300m, 分一注井和二注井, 强调排液拉水线, 以期形成规则的水墙向生产井均匀推进, 提高驱油效率。胜三区则在坨 7、坨 11、坨 28 各断块区内各自形成三角形四点法规则均匀的注采井网。

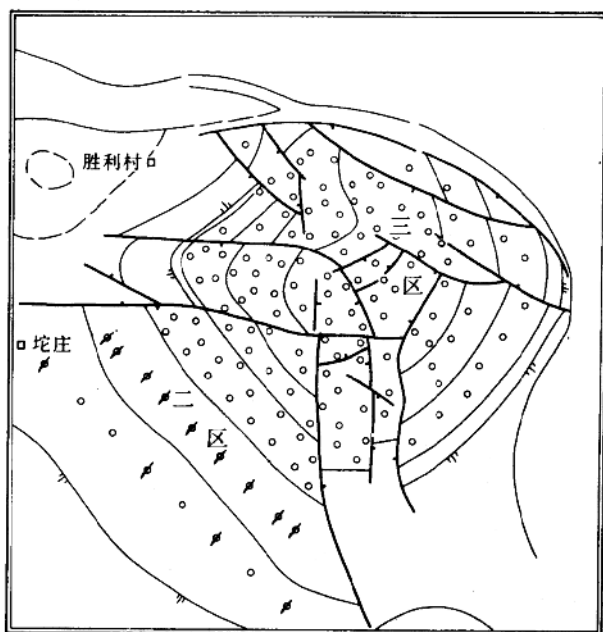


图 1-1-5 胜坨油田注采井网图

(4) 生产能力, 建设规模一次定型

对胜一、二、三区不同层系的生产能力, 建设规模都进行了力所能及的论证, 在方案编制时一次定型。在付诸实施的过程中, 生产能力和建设规模都是按方案设计的指标进行的。

第二节 复杂断块油田勘探开发的探索阶段

这一阶段大致从 60 年代中期到 80 年代初为止, 从地震勘探技术方法应用方面看, 相当于从“五一”型到三维地震出现之前这一段时间, 这是中国东部各拗陷勘探开发的大发展时期。现将本阶段特点叙述于后。

一、断块油田勘探开发的特点

(一) 断块油田的特殊性

它寓于复杂的断陷盆地之中。复杂的地质条件, 造就了它的突出特点, 即是油藏的复杂多变。表现在构造、储层、油水关系、油藏分布等多方面, 相同模式的油田很难找到, 因此导致了人们认识的局限性, 对于复杂的地质体, 必须遵循不断实践、不断认识、逐步提高的原则去开展勘探, 去研究认识地下地质规律。

(二) 复杂断块油田勘探、开发的主要特点

1. 区域勘探阶段, 成油条件有利的凹陷, 勘探成功率高

尽管断块油田十分复杂, 但它们的形成、分布符合基本石油地质原理, 构造是控制油气聚集的主导因素。因此, 对于区域评价中具备较好的成油条件的凹陷, 在采用一定的地质、物探、测井技术条件下, 发现油气田概率高。一般情况下, 利用“五一”型地震资料提供构造, 钻探就可以发现各凹陷中的主要含油二级带及油气田。如: 济阳凹陷勘探就是一个很好的例子。在此阶段, 前述胜坨、东辛、永安、纯化镇、滨南油田以及沾化的渤南、孤岛、埕子口、惠民凹陷的临邑大芦家、盘河、商河油田均发现了。又如: 大港的南、北大港, 板桥、羊三木, 王官屯油田; 辽河的兴隆台、热河台于楼、黄金带及西部斜坡的曙光、欢喜岭、高升油田; 大民屯凹陷的大民屯油田, 也均在此时发现。此阶段的发现, 奠定了渤海湾油区的基本格架。

2. 探明断块油气储量, 做开发准备难度大

以东营凹陷的东辛地区为例, 发现油层时间最早, 出油亦最早, 但因为钻在不同断块的井地质情况差别大, 故探明储量需时间长, 开发准备复杂, 工作量大。到1970年~1972年全面开发阶段, 钻各种井266口, 探明石油储量为 $\times \times \times \times t$ 。到1978年, 打井数增至334口, 其中探井101口, 上报探明储量未增长。后来随着滚动勘探开发技术的改进, 不断有新发现。到1988年底, 储量(包括复算)几乎翻番, 总井数955口(探井134口)。

3. 勘探开发阶段性不明显

鉴于断块油田的特殊性, 油田勘探开发很难明显分开。勘探的艰巨性、长期性, 使得开发必须提前着手准备, 统筹兼顾, 否则将既延误时间, 又造成不必要的浪费, 这样就产生了勘探中包含着开发, 开发中继续滚动勘探的复杂程序。

二、勘探技术、方法的演变

地震勘探技术是当今石油天然气勘探的最重要手段, 它的技术方法的演变, 可以左右勘探技术的发展, 并体现新技术、新方法在油气勘探中的重要作用。我国地震勘探技术方法发展可划分为三个阶段: “五一”型地震勘探阶段; 模拟磁带多次复盖地震勘探阶段; 三维地震阶段。

(一) “五一”型地震勘探阶段

地震勘探的主要技术是利用“五一”地震仪, 用光点记录的办法记录检波器(单个~组合)接收的(单道~多道)地震反射波的讯号, 信息单一(有用信息和无用信息或干扰信息。接收后的波形是多因素的迭加结果), 且固定不变, 不能重新处理, 故资料质量低, 并且靠人工整理, 效率低, 精度也不够高。在我国70年代初已停止使用。

利用“五一”型地震资料进行构造解释。也经历了由低级到高级的发展过程。

1. 实践需要与资料精度

“五一”型地震资料比重力、磁法、电法勘探对盆地进行构造研究要精确得多。它基本上可以搞清凹陷形态、凹陷内二级构造带的分布, 局部构造的形态特征及与断层的相互关系, 可提供圈闭预探的井位意见, 经钻探发现油气田。但正如前面提到过的探明断块油气储量, 做开发准备“五一”型资料就显得远远不能满足需要了。因为在复杂断块油田, 断层复杂, 断块差异大, 做详探、开发准备需要以断块区为单元进行。根据“五一”型地震资料进行断块区详细划分断块时, 因为三、四级小断层一时难以查清, 故断块常常不够准确。打开发井存在一定的风险性、盲目性。

2. 靠钻头搞清断层、断块

东辛油田从预探到开发准备过程就是靠钻头搞清断层的过程。勘探之初，利用“五一”型地震资料画出一些断层，因资料差，不少断层不落实。探井担负着找油和寻找断块高点确定断层的双重任务。如当初部署在辛镇构造上第二批5口探井，仅二口井见油，另三口井未能打在断块高点而落空。因此，探明一个含油断块区内的不同含油断块含油情况则全靠详探井、开发准备井，利用各井的断点，考虑到油水关系组合断块，划分小断块。这样的例子在永安镇油田（图1-1-6）也屡见不鲜：1963年钻其第一口预探井辛5井为空井，是打在现今新构造图断块低部位，距油水边界400m。1965年打剖面布永14、12、13三口井，只有中间的永12井见有“油帽子”。南块的永13井又空了（比辛5井高）。直到1967年5月重新整理地震资料，分析了永12井的油帽子乃是断块所致，于是卡断层设计永12-1井，令其过断点后打到油藏最高部位，结果如愿以偿，发现永12含油断块。永安镇的主力区块永2、永3的勘探也经历了一段反复：永安镇勘探之初第一批井永2、永3发现厚层块状油藏，后按同一油水界面布一批井，永4井打在高部位，二条断层夹缝内。永6井探南侧预计的油水边界，永24井详探二个断块间鞍部含油气情况，结果预想完全失败，三口井全落空了。其后经历详查、完善井网、全面开发过程，用了近三年时间才搞清各含油断块。

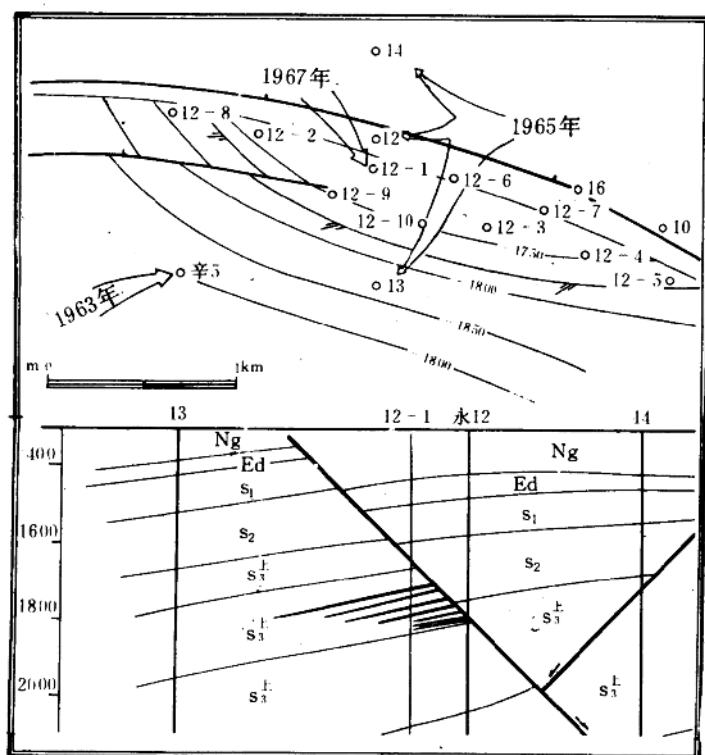


图1-1-6 永12断块的勘探历程

3.改进“五一”型地震勘探技术，提高勘探效果

限于“五一”型地震仪的条件,为更好地勘探、开发断块油田,针对断层断块这一主要矛盾,为提高地震资料精度和改进地质解释工作,采用了如下的作法:

(1) 改变简单的地震测网

过去地震测线常用简单地区矩形测网,在断块油田勘探实践中发现因断层走向复杂,该测网不能完全反映地下情况,后又增加连井测线、穿断块测线,如辛11断块区,1963年用矩形网做测线36.1km,只发现2条近东西向断层。1964年增加斜测线,总工作量102.7km,发现9条断层,但产状不太可靠。1967年采用小三角网做测线103.5km,落实了断层9条(NE向4条,NW向4条,EW向一条),产状可靠,与钻井资料吻合。以后采用260~520m测线距的正三角形和菱形测网,保证了东辛油田全面开发阶段的要求。

(2) 清除干扰波,突出反射标准波

实践中认识到,以往千方百计地想方设法使反射波连续起来,记录的反射波愈多愈好的做法是不对的。采用加大药量、加大自控器的作用,加大组合作用,结果造成了标准波与一般波没有很大差别,于是适当减低炸药量,控制仪器参数,如提高自控器闭锁电压,降低放大倍数,及减少组分等达到了突出标准波的目的。在剖面上反射波减少了,标准波突出了,断层显示更清楚了(图1-1-7)。

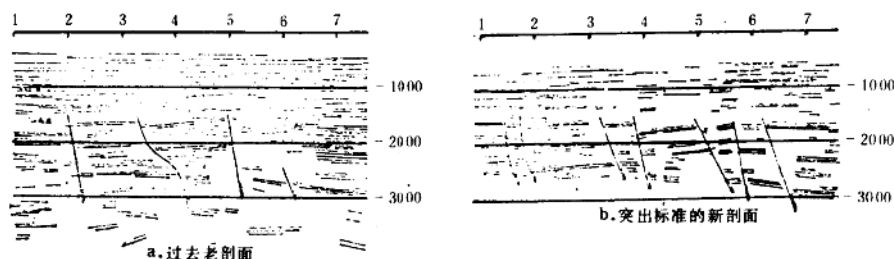


图1-1-7 突出标准波前后地震剖面的对比

(3) 地震资料解释创新

断面闭合:就是主测线剖面和联络测线剖面交点处,在断层面的点,进行闭合(共反射点),并将许多共反射点(闭合点),按相同深度连线做断面图。用以确定断层的确切位置和特点(图1-1-8)。

空间归位:把由于地层产状陡所引起的反射段位移校正到它们理应在的位置上去。

干涉带分解:就是将“五一”型光点记录上,两个或两个以上不同方向获得的反射波干涉现象分解开来,去掉相互影响的一种方法。

(4) 地震与钻井资料结合,综合判断断点、断层

单纯依靠“五一”型地震资料可以确定二级主断层,但平面位置可能搞不准。对于三、四级小断层要么发现了但很难确定具体平面位置,要么就发现不了,出现了靠钻头搞清断层断块的情况。正象前节所述,永12断块是靠地震资料、钻井资料综合研究才搞清边界断层。

东营、辛镇的一些断块区也都是用同样方法,搞清断层及油层分布,划分了小断块。

4. 开展断层封闭性研究,进行断块综合评价